

基于EDose软件电子射野影像系统的调强剂量验证

李玉成¹,程品晶¹,单国平²,陈祥¹,邵凯南²,杨一威²,李浦²,陈维军³

1. 南华大学核科学技术学院, 湖南 衡阳 421001; 2. 浙江省肿瘤医院, 浙江 杭州 311400; 3. 浙江省人民医院, 浙江 杭州 311400

【摘要】目的:探讨电子射野影像系统(EPID)用于调强放射治疗三维剂量验证的可行性。**方法:**分别使用Varian公司的Trilogy加速器自带的EPID及EDose软件和美国Sun Nuclear公司的Mapcheck剂量验证系统及配套模体对10例调强放射治疗的患者进行剂量验证,记录并比较分析两种系统的绝对剂量和相对剂量 γ 通过率的相关性。**结果:**采用 $\gamma(3\%/3\text{ mm})$ 标准时,相对剂量EPID和Mapcheck验证的 γ 通过率分别为 $(98.51\%\pm 1.10\%)$ 、 $(98.73\%\pm 0.69\%)$;绝对剂量EPID和Mapcheck验证的 γ 通过率分别为 $(96.50\%\pm 3.33\%)$ 、 $(97.64\%\pm 1.51\%)$,两者均无统计学意义($P>0.05$)。其它标准的 γ 通过率有统计学意义。**结论:**EPID可以作为调强三维剂量验证的工具,比Mapcheck更方便快捷。

【关键词】电子射野影像系统;调强放射治疗;剂量验证; γ 通过率

【中图分类号】R815

【文献标志码】A

【文章编号】1005-202X(2018)01-0001-04

EDose software-based electronic portal imaging device for dosimetric verification of intensity-modulated radiotherapy plan

LI Yucheng¹, CHENG Pinjing¹, SHAN Guoping², CHEN Xiang¹, SHAO Kainan², YANG Yiwei², LI Pu², CHEN Weijun³

1. School of Nuclear Science and Technology, University of South China, Hengyang 421001, China; 2. Zhejiang Cancer Hospital, Hangzhou 311400, China; 3. Zhejiang Provincial People's Hospital, Hangzhou 311400, China

Abstract: Objective To investigate the feasibility of electronic portal imaging device (EPID) for the three-dimensional dosimetric verification of intensity-modulated radiotherapy (IMRT) plan. **Methods** The IMRT plans of 10 patients were verified with two systems, namely EDose software-based EPID of Varian Trilogy Linacs and Mapcheck system from Sun Nuclear Corporation with the matching phantom. The gamma passing rates of absolute dose and relative dose in two systems was recorded and analyzed. **Results** When the gamma standard ($3\%/3\text{ mm}$) was applied, the gamma passing rates of relative doses in EPID and Mapcheck system were $(98.51\%\pm 1.10\%)$ and $(98.73\%\pm 0.69\%)$, respectively, and those of absolute doses were $(96.50\%\pm 3.33\%)$ and $(97.64\%\pm 1.51\%)$, respectively, without any statistical differences ($P>0.05$). For the other standards, the differences in gamma passing rates between EPID and Mapcheck system were statistically significant. **Conclusion** EPID is more convenient and efficient than Mapcheck system and can be used as a tool for three-dimensional dosimetric verification of IMRT plan.

Keywords: electronic portal imaging device; intensity-modulated radiotherapy; dosimetric verification; gamma passing rate

前言

电子射野影像装置(Electronic Portal Imaging Device, EPID)最初的设计目标是解决临床上射野形状、位置和患者摆位验证的问题^[1],EPID能够快速准确地获取图像,拥有较高的分辨率,并且拥有良好的剂量响应特

性^[2-4],这使得EPID在临床剂量验证方面的应用越来越广泛^[5]。基于EPID的剂量验证系统可以实现与图像引导系统的完美结合,实现一板多用,不仅使用方便,而且能有效利用已有资源。国内对于电子射野影像系统的三维剂量验证较少,本文就基于EDose软件的EPID的三维剂量验证进行研究。

1 材料与方法

1.1 临床资料和仪器

随机选取浙江省肿瘤医院2017年1月~6月的10例肿瘤患者进行调强计划的剂量验证,其中,鼻咽癌患者4例,肺癌患者3例,食管癌患者3例。年龄21~73岁,中位年龄57岁,平均年龄53.8岁。患者主要信

【收稿日期】2017-09-28

【基金项目】国家重点研发计划(2017YFC0113201);浙江省医药卫生科技计划项目(2017PY014)

【作者简介】李玉成,在读硕士,研究方向:放射物理治疗, E-mail: li-yucheng0402@163.com

【通信作者】陈维军,高级工程师,研究方向:放射物理治疗, E-mail: chenwj@163.com

息见表1。使用的仪器有美国 Varian 公司的 Trilogy 加速器自带的电子射野影像系统、我国瑞多思医疗公司的 EDose 剂量验证软件和美国 Sun Nuclear 公司的 Mapcheck 剂量验证系统。

表1 患者的基本信息

Tab.1 Clinical general information of patients

No. of patient	Type of cancer	Gender	Age (years)	Stage
1	NPC	Female	59	T2N2M0
2	NPC	Male	42	T3N1M0
3	NPC	Male	47	T3N3M0
4	NPC	Female	73	T2N3M0
5	Lung cancer	Male	21	T3N2M0
6	Lung cancer	Male	68	T3N2M0
7	Lung cancer	Male	55	T2N2M0
8	Esophageal cancer	Male	48	T3N1M0
9	Esophageal cancer	Female	65	T3N1M0
10	Esophageal cancer	Male	60	T2N1M0

NPC: Nasopharyngeal carcinoma

1.2 基于EDose软件EPID的剂量验证

首先将EDose剂量验证软件的服务器打开,进入

客户端,然后将患者的治疗计划、CT图像信息、剂量分布信息以及各射野的位置信息经RayStation系统 DICOM-RT 协议网络传至EDose软件中。然后打开 IAS3 Service Monitor 软件,选择合适的采集模式、能量与剂量率,由于调强计划子野较多,照射时间较长,并且收集数据的时间必须保证大于照射的时间,因此图像采集方式选择 Integrated Image 积分采集图像模式,能量和剂量率选择 6 MV 和 300 MU/min。然后在 Support Arm 窗口中设定 EPID 的位置,再打开 EPID 板将其升至离源距离为 140 cm 处。确认各参数选择正确后,点击 Mode 窗口下的 Dark Field 进行去本底操作(只要不重启软件,每次打开EDose的测量只需做一次去本底操作),获取30帧的本底图像平均值作为本底修正值,接下来点击Flood Field进行泛野的修正,加速器选择6 MV、200 MU、400 MU/Min、开满野(29 cm×22 cm),然后出束进行修正,泛野的修正主要是对像素灵敏度进行增益修正和坏点修正,对像素异常的点进行标记排除。收集完后点击 Save Calibration Set 保存校准的结果(修正每6个月一次,每次的修正会自动生成文件,因此之后的每次测量在做完去本底之后会自动选择上次做的增益修正和坏点修正的文件)。然后将收集的信息传到EDose软件中进行处理,并选择不同的 γ 标准值进行分析。IAS3 Service Monitor 软件参数设置如图1所示。

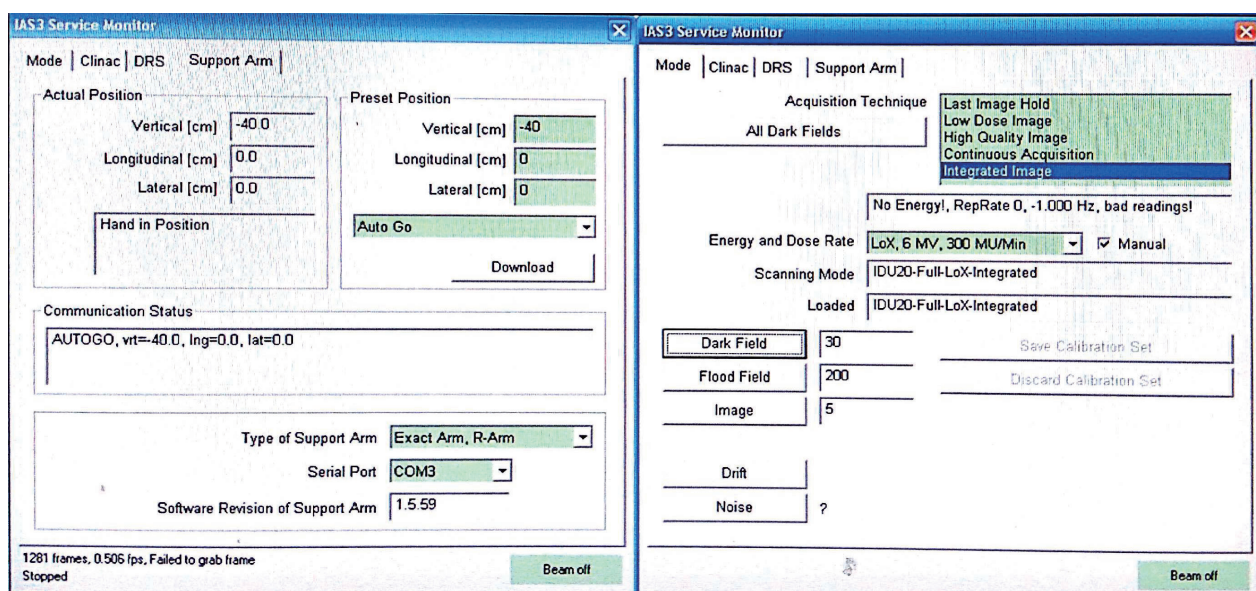


图1 IAS3 Service Monitor 软件参数设置

Fig.1 IAS3 Service Monitor software parameter setting

1.3 Mapcheck 剂量验证

首先将CT扫描的Mapcheck模体传到RayStation计划系统作为标准模体,然后将经过医生确认的患

者调强放射治疗计划移植到标准模体上并计算剂量,然后再将移植后的计划传到 Varian Trilogy 加速器上进行验证。在每次使用Mapcheck验证之前需要

对其进行采集本底剂量,将加速的射野大小设置为10 cm×10 cm,剂量率设置为100 MU/min,输出剂量设置为100 MU,然后进行剂量验证并对所有射野总和的 γ 通过率进行绝对剂量和相对剂量的测量,最后利用分析软件比较分析计划结果和模体测量结果。

1.4 统计学分析

比较分析应用EPID和Mapcheck系统的患者调强验证的 γ 通过率。用SPSS 20.0软件进行分析,采用配对样本 t 检验,数据以均数±标准差表示, $P<0.05$ 有统计学意义。

2 结果

表2、表3给出了10例患者使用EPID和Mapcheck调强验证的 γ 通过率。图2、图3给出了绝对剂量和相对剂量的 γ 通过率的变化趋势,使用EPID验证的不同标准的 γ 通过率低于使用Mapcheck验证的 γ 通过率。标准越严格,EPID验证的 γ 通过率变化就越明显,而Mapcheck验证的 γ 通过率变化不明显。当验证标准为 $\gamma(3\%/3\text{ mm})$ 时,两种调强验证方法无统计学意义。

表2 EPID和Mapcheck绝对剂量的 γ 通过率比较

Tab.2 Comparison of gamma passing rate of absolute dose in EPID and Mapcheck system (% , Mean±SD)

Systems	3%/3 mm	2%/3 mm	3%/2 mm	2%/2 mm
EPID	96.50±3.33	94.10±1.46	94.04±1.79	85.85±2.39
Mapcheck	97.64±1.51	95.59±1.58	95.91±1.93	92.39±2.78
P value	0.183	0.036	0.024	0.000

表3 EPID和Mapcheck相对剂量的 γ 通过率比较

Tab.3 Comparison of gamma passing rate of relative dose in EPID and Mapcheck system (% , Mean±SD)

Systems	3%/3 mm	2%/3 mm	3%/2 mm	2%/2 mm
EPID	98.51±1.10	91.56±4.46	91.22±4.96	82.78±6.05
Mapcheck	98.73±0.69	97.82±0.89	97.43±1.09	95.38±1.22
P value	0.577	0.001	0.002	0.000

3 讨论

调强放射治疗计划实施之前,必须在加速器上对治疗计划的剂量分布进行实际的剂量验证,评估执行结果与治疗计划系统计算剂量分布的误差是否在允许范围之内,这对能否保证照射剂量的准确和治疗计划的成功实现有重要的意义^[6],临床上的剂量

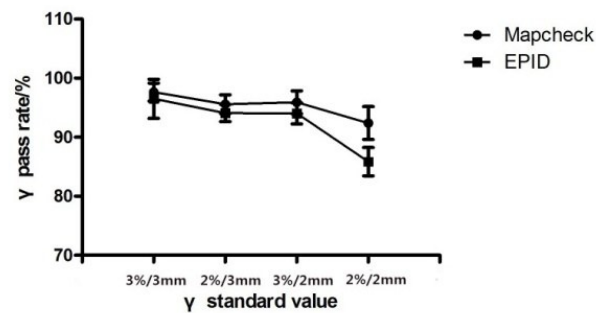


图2 绝对剂量 γ 通过率的变化趋势

Fig.2 Change of gamma passing rate of absolute dose

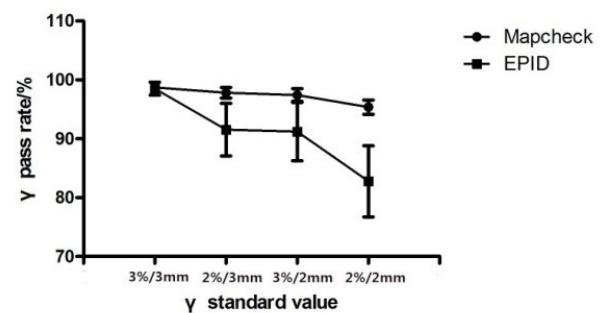


图3 相对剂量 γ 通过率的变化趋势

Fig.3 Change of gamma passing rate of relative dose

验证有很多方法,包括点测量、面测量^[7]和体测量。点探测器包括指形电离室、半导体和热释光剂量仪,二维面测量探测器包括胶片(溴化银和放射性铬胶片)^[8-11]、二维电离室矩阵(PTW和Matrixx)、二维半导体矩阵(Mapcheck)^[12-13],三维的探测器有Arc CHECK、Compass、Delt4等。对于治疗计划的验证,采用点测量则无法衡量整个射野剂量情况,使用也较为繁琐,一般用于验证加速器输出剂量校准;二维设备的剂量验证只考虑一个平面的剂量分布,无法检测三维的剂量分布;传统的三维的设备不但价格昂贵,而且一般用于容积旋转调强计划的验证。本研究提出的基于EDose软件的EPID可以对放疗计划进行三维调强剂量验证并节省大量的资源。

EPID平板探测器的探测范围为30 cm×40 cm,像素768×1 024,像素大小为0.392 mm×0.392 mm,而Mapcheck探测面积为22 cm×22 cm,并有445个N型半导体探头,其中221个探测器位于中心10 cm×10 cm的区域,探头间隔为7.07 mm,其余探头间隔为1.414 mm^[14]。本研究中,当 γ 标准为3%/3 mm时,使用EPID和Mapcheck验证的绝对剂量和相对剂量的 γ 通过率均无统计学意义($P>0.05$)。Jursinic等^[12]用Mapcheck模型研究调强放疗的剂量验证,认为其可以提供足够的精度,但是其剂量验证过程较繁琐,时间花费较长。基于EDose软件的EPID进行剂量验证

时,具有良好的剂量线性响应、重复性以及稳定性,操作简单方便,并且具有良好的剂量学特性,例如空间分辨率高,无角度响应、剂量率、温度和气压的影响,整个验证过程节省了大量的时间,如准备工具的时间、模体摆位的时间、数据连线和人工识别射野和测量误差操作的时间。本研究的数据采集主要使用Varian公司Trilogy加速器自带的EPID,通过网络自动识别EPID采集的数据,实现快速数据采集,从而节省大量的时间。虽然其它标准的 γ 通过率低于Mapcheck的 γ 通过率,但是临床上普遍认为评价 γ 通过率的标准为3%/3 mm, γ 通过率>90%即认为满足临床要求^[15-16]。因此,基于EDose使用EPID进行剂量验证可以广泛地应用于临床的三维调强剂量验证。

从验证结果可以看出,EPID验证的通过率相对于判定标准的改变比Macheck更敏感, γ 通过率的标准越严格,EPID验证的 γ 通过率改变越明显,而Mapcheck验证的 γ 通过率变化不明显,这与杨瑞杰等^[17]的研究结果一致,这是由于两种探测方法的分辨率与灵敏度不同造成的^[18],探测器之间空间点的剂量依靠少数的探测器测量剂量并通过的差值方法得到。因此,分辨率高的EPID的 γ 通过率相对于判定标准的改变比Mapcheck更敏感。

本研究的病例数比较少,而且只是与Mapcheck一个二维的验证系统进行了比较,下一步的研究应该对多个验证系统以及三维的验证系统进行比较,并且可以研究使用EPID验证容积旋转调强的放疗计划。综上所述,EPID结合EDose软件可以用于调强放疗患者的三维剂量验证,比Mapcheck更快捷方便,并实现了一板多用的功能。

【参考文献】

- [1] WEBB S. The physics of three dimensional radiation therapy: conformal radiotherapy, radiosurgery and treatment planning (series in medical physics and biomedical engineering)[C]. Bristol UK: IOP Publishing; 1993. DOI: 10.1118/1.596941
- [2] TYNER E, MCCLEAN B, MCCAVANA P, et al. Experimental investigation of the response of an a-Si EPID to an unflattened photon beam from an Elekta precise linear accelerator[J]. Med Phys, 2009, 36(4): 1318-1329. DOI: 10.1118/1.3089424
- [3] LIEBICH J, LICHER J, SCHERF C, et al. Simple proposal for dosimetry with an Elekta iViewGTTM electronic portal imaging device (EPID) using commercial software modules[J]. Strahlenther Onkol, 2011, 187(5): 316-321. DOI: 10.1007/s00066-011-2176-z
- [4] MANS A, REMEIJER P R, WENDLING M, et al. 3D dosimetric verification of volumetric-modulated arc therapy by portal dosimetry [J]. Radiother Oncol, 2010, 94(94): 181-187. DOI: 10.1016/j.radonc.2009.12.020
- [5] 黎旦, 宾石珍, 程晶晶, 等. 非晶硅电子射野影像装置在宫颈癌剂量验证中的应用[J]. 中国医学物理学杂志, 2017, 34(3): 230-234. LI D, BIN S Z, CHENG P J, et al. Dose verification of cervical cancer using a-Si EPID[J]. Chinese Journal of Medical Physics, 2017, 34(3): 230-234.
- [6] 周颖娟, 黄劲敏, 邓小武, 等. 用放射性铬胶片进行调强放疗剂量验证的研究[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2007, 16(4): 307-312. ZHOU Y J, HUANG S M, DENG X W, et al. Radiochromic film in the dosimetric verification of intensity modulated radiation therapy [J]. Chinese Journal of Radiation Oncology, 2007, 16(4): 307-312.
- [7] WIEZOREK T, BANZ N, SCHWEDAS M, et al. Dosimetric quality assurance for intensity-modulated radiotherapy feasibility study for a filmless approach[J]. Strahlenther Onkol, 2005, 181(7): 468-474.
- [8] BUCCIOLINI M, BUONAMICI F B, CASATI M. Verification of IMRT fields by film dosimetry[J]. Med Phys, 2004, 31(1): 161-168.
- [9] CHILDRESS N L, ROSEN I I. Effect of processing time delay on the dose response of Kodak EDR2 film[J]. Med Phys, 2004, 31(8): 2284-2288.
- [10] JU S G, AHN Y C, HUH S J, et al. Film dosimetry for intensity modulated radiation therapy: dosimetric evaluation[J]. Med Phys, 2002, 29(3): 351-355.
- [11] ZHU X R, JURSNIC P A, GRIMM D F, et al. Evaluation of Kodak EDR2 film for dose verification of intensity modulated radiation therapy delivered by a static multileaf collimator[J]. Med Phys, 2002, 29(8): 1687-1692.
- [12] JURSNIC P A, NELMS B E. A 2-D diode array and analysis software for verification of intensity modulated radiation therapy delivery[J]. Med Phys, 2003, 30(5): 72870-72879.
- [13] LETOURNEAU D, GULAM M, YAN D, et al. Evaluation of a 2D diode array for IMRT quality assurance[J]. Radiother Oncol, 2004, 70(2): 199-206.
- [14] 陈维军, 狄小云. 调强放疗的剂量学验证研究进展[J]. 肿瘤学杂志, 2011, 17(1): 67-70. CHEN W J, DI X Y. Progress in dose verification in intensity modulated radiotherapy[J]. Journal of Oncology, 2011, 17(1): 67-70.
- [15] STOCK M, KROUPA B, GEORG D. Interpretation and evaluation of the gamma index and the gamma index angle for the verification of IMRT hybrid plans[J]. Phys Med Biol, 2005, 50(3): 399-411.
- [16] BEDFORD J L, LEE Y K, WAI P, et al. Evaluation of the Delta4 phantom for IMRT and VMAT verification[J]. Phys Med Biol, 2009, 54(9): 167-176.
- [17] 杨瑞杰, 王俊杰, 许峰, 等. 电子射野影像系统用于调强放疗剂量验证[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2013, 33(1): 55-57. YANG R J, WANG J J, XU F, et al. The electronic portal imaging device for dosimetric verification of intensity-modulated radiation therapy [J]. Chinese Journal of Radiological Medicine and Protection, 2013, 33(1): 55-57.
- [18] HUSSEIN M, ROWSHANFARZAD P, EBERT M A, et al. A comparison of the gamma index analysis in various commercial IMRT/VMAT QA systems[J]. Radiother Oncol, 2013, 109(3): 370.

(编辑:谭斯允)